

Отсюда искомая высота профиля фрезы

$$h_1 = \frac{125,563 - 113,104}{2} = 6,229 \text{ мм.}$$

По формуле (1) высота профиля фрезы

$$h_1 = 0,498 \cdot h_0 \gamma^{0,25} = 0,498 \cdot 5,86 \cdot 20^{0,25} = 6,171 \text{ мм.}$$

Относительная погрешность при определении высоты профиля по эмпирической формуле в данном случае составила 0,93 %.

В.В. Углов, А.К. Кулешов, Д.П. Русальский

БГУ, Минск, РБ

В.В. Чаевский, А.А. Гришкевич

БГТУ, Минск, РБ

uglov@bsu.by

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ПОМОЩЬЮ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ (WEAR-RESISTANCE ENHANCEMENT OF HARD-ALLOY WOOD-WORKING TOOL BY CHEMICOTHERMAL TREATMENT)

Промышленные испытания модифицированного сульфатированием инструмента из сплава ВК3 показали повышение периода его стойкости (20 %) при фрезеровании ламинированных древесностружечных плит. При сульфатировании на поверхности сплава формируется слой, обогащенный серой и углеродом.

By means of chemicothermal treatment of WC3 grade wood-working tool when cutting laminated wood chip plate materials the enhancement of tools wear-resistance by 20 % was obtained. The surface layer with high contents of carbon and sulfur was formed by chemicothermal treatment.

В настоящее время в Республике Беларусь из-за расширения ассортимента обрабатываемых материалов на основе древесины (слоистые ламинаты, ДСтП, ЦСП), интенсификации работы серийного оборудования назрела необходимость в разработке недорогих эффективных технологий, направленных на увеличение стойкости и долговечности твердосплавного деревообрабатывающего инструмента.

Современные исследования [1-3] показали, что химические механизмы износа при деревообработке, такие как коррозия и окисление, играют значительную роль в разрушении режущей кромки твердосплавного инструмента. По мере роста температуры в режущем контакте инструмента продукты дерева разлагаются во множество химических соединений (до 213). Машинная обработка средней плотности ДВП и ДСП, ламината производит дополнительно к соединениям распада древесины формальдегид, восковые и клеевые наполнители. Формирующиеся при резании химически активные продукты распада взаимодействуют с кобальтом, инициируя процесс выкрашивания зерен карбидов сплава, происходят окислительные процессы в зернах карбидов и кобальтовой связке. В результате режущая кромка быстро теряет свою остроту и режущую способность.

Для снижения износа, инициируемого химическим взаимодействием, в данной работе исследовалось влияние химико-термической обработки на свойства твердосплавного деревообрабатывающего инструмента с целью формирования поверхностных слоев, обладающих высокими антифрикционными свойствами и содержащих адсорбционно активные к фазовым составляющим сплава атомы. Объектами исследования в данной работе являлись образцы режущих пластин из твердого сплава Т15К6 и из твердого сплава марки «FABA» (Германия), имеющего отечественный аналог типа ВКЗ, фрезерного инструмента, подвергшиеся химико-термической обработке (ХТО) в порошке тиомочевины (сульфацианирование) ($\text{NH}_2\text{-CS-NH}_2$) в течение 6 часов при постоянной температуре.

Образцы твердого сплава Т15К6 после воздействия ХТО были исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии. На рис. 1 и 2 представлены фотографии поверхности и интенсивность характеристического рентгеновского излучения элементов при сканировании по поверхности образца сплава Т15К6 без обработки и после ХТО соответственно.

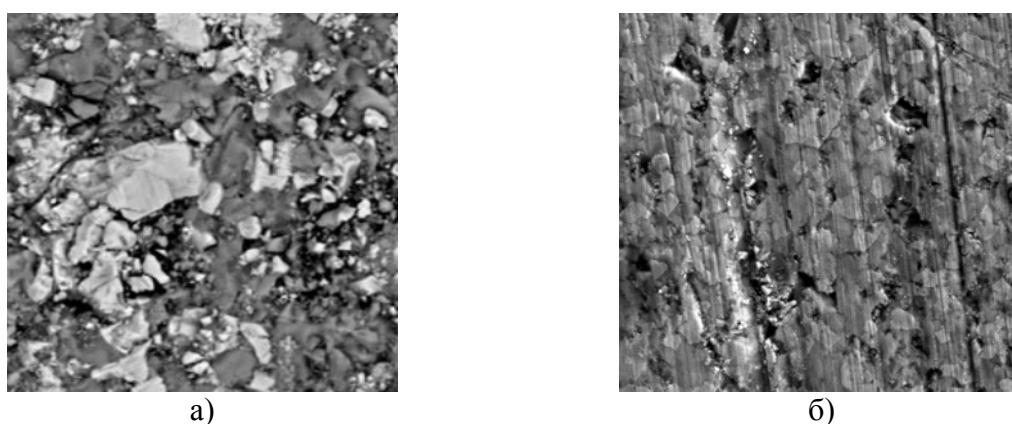


Рис. 1. СЭМ-фотографии микроструктуры поверхности образца сплава без обработки (а), после ХТО (б)

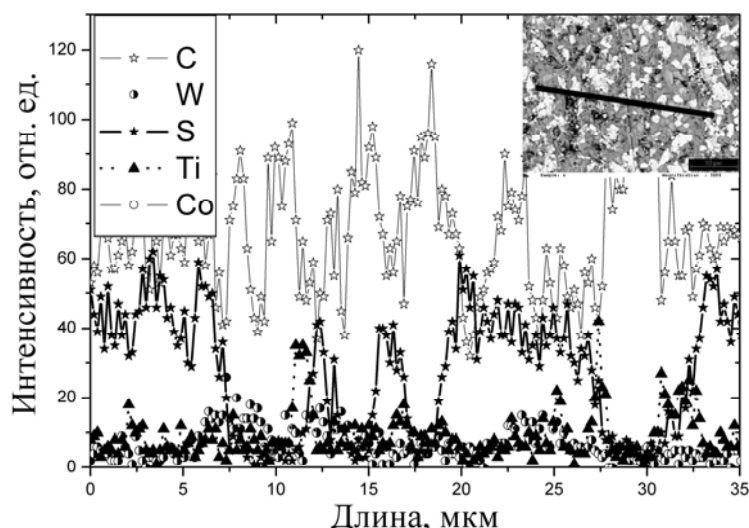


Рис. 2. Интенсивность характеристического рентгеновского излучения элементов (W, S, Ti, Co) с поверхности сплава Т15К6 после ХТО при сканировании вдоль линии (изображена на вставке)

Микроструктура поверхности сплава (рис. 1, 2) представляет собой смесь частиц карбидов вольфрама (ограниченные светлые включения) и титана (серые включения), которые скреплены распределенной по границам карбидов кобальтовой связкой (темно-серые изломанные линии и включения). Изменение вида картины СЭМ (рис. 1) после ХТО означает формирование на поверхности пленки из более легких элементов, чем элементы, из которых состоит исходный сплав. Кроме того, как видно из результатов рентгеновского энергодисперсионного анализа, представленного на рис. 2, на поверхности образца присутствует сера. Количественный анализ этих данных (с использованием эталонов) показал значение в 3-4 атомные доли усредненной концентрации серы для слоя 3-4 мкм. Толщина слоя соответствует количественной оценке средней глубины проникновения электронов в сплав. В состав тиомочевины помимо серы также входят азот и углерод. При нагреве и разложении тиомочевины эти элементы также могут проникать в обрабатываемый материал по границам карбидных зерен и порам при воздействии ХТО. Однако ввиду того, что линия характеристического излучения азота совпадают с титаном, а углерод присутствует в твердом сплаве изначально, выделить эти внедренные при ХТО элементы не представилось возможным.

Для исследования распределения элементов в сплаве по глубине в результате воздействия ХТО были сделаны поперечные шлифы образцов сплава и проведены исследования распределения интенсивности характеристического рентгеновского излучения элементов (C, O, W, S, Ti, Co) по поверхности поперечного шлифа сплава. Фотографии поперечного сечения и интенсивность характеристического рентгеновского излучения указанных элементов при сканировании по поперечному шлифу образца сплава T15K6 после ХТО представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

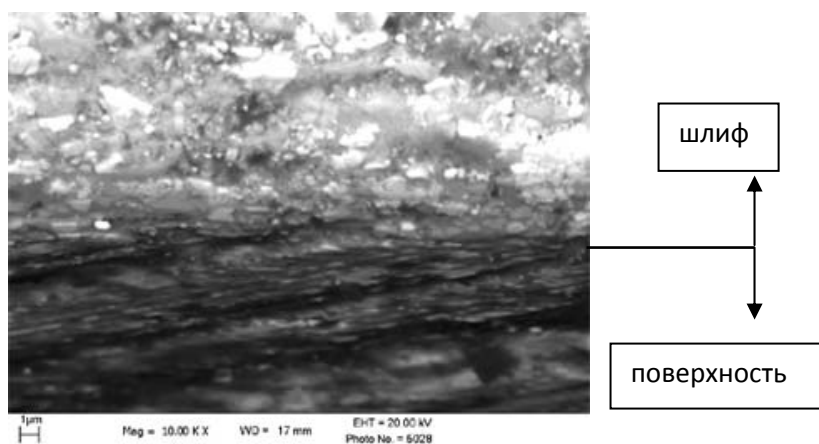


Рис. 3. СЭМ-фотография поперечного шлифа образца сплава T15K6 после ХТО

Из рис. 4 видно, что на поверхности образца сера распределена неравномерно. На поверхности образца наблюдается увеличенное содержание серы и углерода, т.е. в результате ХТО на поверхности образца образуется пленка с повышенным содержанием серы, углерода толщиной порядка 0,5 мкм. Кроме того, в глубине образца твердого сплава (1 - 2 мкм) также наблюдается неравномерное увеличенное распределение серы, превышающее фон на тех глубинах, где содержание кобальта наиболее значительно по отношению к вольфраму и титану. Это свидетельствует о проникновении серы в глубь сплава по границам карбидов, где располагается кобальт.

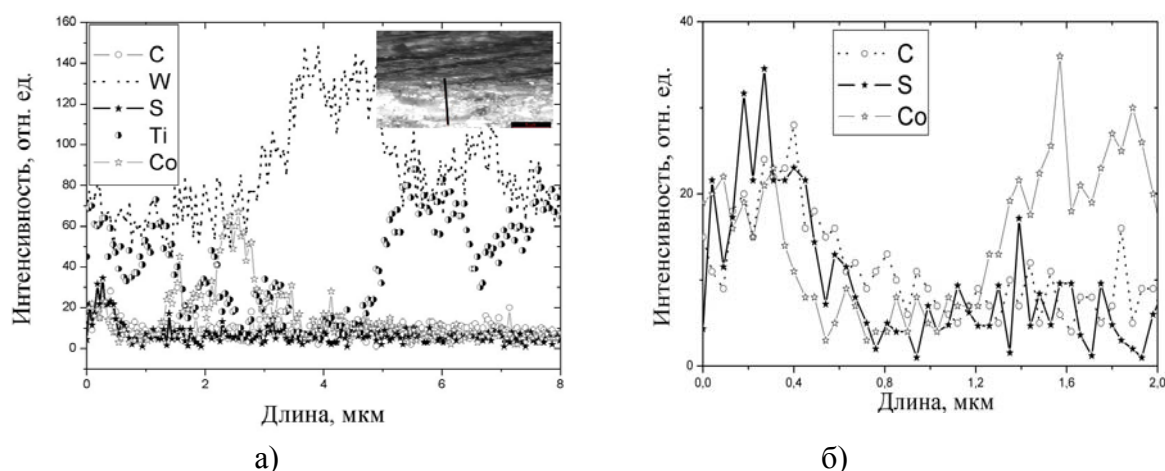


Рис. 4. Интенсивность характеристического рентгеновского излучения элементов (C, O, W, S, Ti, Co) с поверхности поперечного шлифа сплава Т15К6 после ХТО при сканировании вдоль линии (изображена на вставке). Рисунок (б) является увеличенной областью 0...2 мкм из рисунка (а)

Для установления влияния химико-термической обработки твердого сплава на его стойкость при резании деревосодержащих материалов были проведены промышленные испытания модифицированных режущих пластин из сплава ВК3 на предприятии ЧПУП «БЕЛДАРМЕБЕЛЬ». Испытания проводили фрезерованием древесностружечных двусторонне ламинированных плит толщиной 16 мм на фрезере Makita 3612С с двумя режущими ножами из сплава ВК3. Результаты испытания показали повышение эксплуатационной стойкости режущих пластин на 20 % (рис. 5).

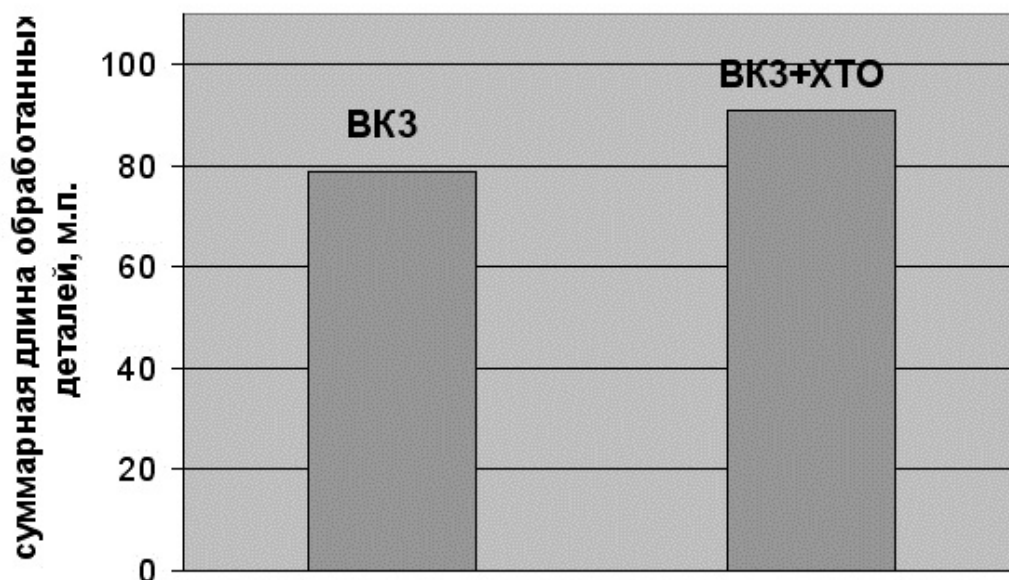


Рис. 5. Эксплуатационная стойкость исходных и обработанных режущих пластин из сплава ВК3

Выводы

1 Длительное сульфатирование твердого сплава Т15К6 в порошке тиомочевина позволяет формировать на его поверхности покрытие с повышенным содержанием серы, углерода толщиной 0,5 мкм. Атомы серы проникают в сплав на глубину до 2 мкм, располагаясь по границам карбидных зерен сплава.

2 Промышленные испытания модифицированного сульфатированием инструмента с двумя режущими ножами из сплава ВК3 показали повышение периода его стойкости (20 %) при фрезеровании ламинированных древесностружечных плит толщиной 16 мм на станке Makita 3612С.

Библиографический список

1. Aronson R. Современные материалы в машиностроении: их особенности и область применения // Manufacturing Engineering. V. 127. № 3, 2002.
2. Рыжкин А.А и др. Трибохимический аспект влияния износостойких покрытий на износ при резании / Рыжкин А.А., Зотов В.В., Глоба Д.П., Висторопская Ф.А. // Вестник Донского государственного технического университета. Т. 10. № 6., 2010.
3. United States Patent, 6241799, Corrosion resistant cemented carbide – June 5, 2001.

М.А. Хвиюзов, А.Н. Галашев
С(А)ФУ, Архангельск, РФ
mik5512@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ПИРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ НАГРЕВА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА КРУГЛОПИЛЬНОГО СТАНКА (THE USE OF PYROMETRIC METHOD OF HEATING CONTROL OF THE CUTTING TOOL CIRCULAR SAW MACHINE)

Рассматриваются общие принципы и особенности применения пирометрического метода при измерении температуры круглой пилы для продольной распиловки.

Discusses general principles and features of application of pyrometric method for measuring the temperature of a circular saw blades for longitudinal sawing.

Во многих технологических процессах температура является контролируемым параметром, для этого используются различные температурные датчики и устройства. Известно, что тип средства и способ измерения определяются исходя из свойств объекта измерения. Конструкция и сущность работы режущего инструмента в реальном процессе пиления круглопильного станка не позволяют определять нагрев контактным способом. В связи с этим предполагается логичным применение пирометрического метода [1], основанного на применении инфракрасного термометра (пирометра), позволяющего измерять температуру поверхности удаленных и движущихся тел.

Но оказалось, что при использовании пирометра в качестве средства измерения следует учитывать две группы факторов, влияющих на результаты измерений. Первая группа факторов определяется устройством и принципом действия средства измерения.